

## A talajfizikai állapot és az evaporáció összefüggései

SIPOS SÁNDOR és BIRKÁS MÁRTA

*Agrártudományi Egyetem Földműveléstan  
és Növénytermesztéstan Tanszék, Gödöllő*

Az utóbbi időszakban végzett talajművelési kísérletek, főleg pedig a művelés csökkentési lehetőségeinek vizsgálatával kapcsolatos eredmények fokozottabban felhívják a figyelmünket a talajok vízgazdálkodásának és ezen belül az evaporáció befolyásolhatóságának részletesebb megismerésére. A talajművelés mint a talaj fizikai állapotának megváltoztatására irányuló tudatos emberi tevékenység nemcsak a vízvezető és víztartó képességet, hanem a párolgotatás lehetőségeit is befolyásolja.

A párolgotatás talajműveléssel történő befolyásolhatósága határértékeinek megismerése különösen fontos a nyári időszakban. Országunkban átlagos körülmények között július és augusztus hónapokban az evaporáció mintegy kétszerese a lehullott csapadék mennyiségének. PETRASOVITS és BALOGH [7] júliusi csapadékmentes időszakban homoktalajon 2 mm, lösztalajon 5,2 mm, réti agyagtalajon 1,73 mm napi párolgást állapítottak meg. Szerzők a szóbanforgó talajok nedvességi és tömődöttségi állapotát nem közlik.

A nyári időszak egyik legelterjedtebb talajművelési módja a tarlóhántás, melynek előnyeire a szerzők sora hívja fel a figyelmet. BILLEGE [1] ismerteti KERPELY vizsgálatait, melyek szerint a tarlóhántással nemcsak a nyári és az őszi, de még a talaj tavaszi vízkészlete is jelentősen növelhető. Később id. VÁRALLYAY [14] különböző talajviszonyok között lefolytatott kísérleteiben végzett vizsgálatok nem igazolták egyértelműen a tarlóhántás vízmegőrző szerepét még a nyári időszakban sem. KREYBIG [6] és DVORACSEK [5] főleg a levegőfázis aránya növelésének fontosságát hangsúlyozzák, amely által az alsóbb talajréteg felmelegedése csökkenthető.

BITJAKOV és munkatársai [2] szerint a talajba jutó víz 20—50%-a párolgathat el. VENCSEVICS vizsgálati eredményeit ismertetik, amely szerint a talaj nedvességtartalmának 1 s%-os csökkenése a párolgást 0,03—0,05 mm-rel csökkenti. BUDAGOVSKIJ [3] vizsgálatai alapján megállapítja, hogy a vízzel telített talajon a párolgás az első fázisban főleg a meteorológiai viszonyoktól függ. BUROV [4] vizsgálatai szerint a felső 10 cm-es talajrétegben 2, a 25—50 cm-es rétegben pedig 0,5 s%-kal volt nagyobb a nedvességtartalom az elboronált tarlóhántott területen.

REVUT [9] BUROV kísérleteit ismerteti, melyben a talajmorzsák nagysága és a párolgás közötti összefüggéseket vizsgálta viszonylag nagy nedvességtartalom esetén. Legkevesebb párolgást állapított meg akkor, amikor a tenyészédegyek 0,5—3 mm átmérőjű aggregátumokat tartalmaztak. Ennél kisebb és nagyobb szemcsék esetén a napi párolgás mértéke 50—150%-kal növekedett.

REVUT [8] kísérletei szerint a polimer szerkezet tartósító anyagoknak a talaj felső rétegébe való keverése 80–90%-os szántóföldi vízkapacitás ( $V_{k_{sz}}$ ) esetén 40%-kal, 50–60%-os  $V_{k_{sz}}$  esetén 18–20%-kal csökkentette az evaporációt.

SZIRTES és GÁLNE [13] csernozjom talajon, valamint SIPOS és PATÓCSNÉ [11] réti szolonyec talajon végzett vizsgálataik alapján megállapítható, hogy a nedvességtartalom csökkenése és a pórustér fogat növelése az evaporáció csökkenését eredményezi.

A kísérleti és vizsgálati eredmények alapján azt a következtetést vontuk le, hogy a párolgás csökkentési lehetőségeinek megismerése érdekében nagyobb figyelmet kell fordítani a talaj pórus-, és nedvességviszonyaira. Pontosabban szabályozott körülmények között elvégzett vizsgálatok hiányában ugyanis a pórustér fogat párolgáscsökkentő szerepét még nem ismerjük kellően. Éppen emiatt az eddig végzett vizsgálatok látszólagos ellentmondásait sem oldhatjuk fel.

### A vizsgálatok célja, körülményei és módszere

Kísérletünket azért állítottuk be, hogy főleg az alábbi kérdésekre kapjunk tájékoztatást.

1. Mi a szerepe a pórustér fogat változásának különböző nedvességtartalom esetén a párolgás csökkentésében;

2. Milyen összefüggés van a nedvességtartalom és a párolgás mennyisége között, ha a talaj tömörségét változtatjuk;

3. A háromfázisos rendszerben kialakított arányokkal milyen mértékben változtathatjuk meg nyári időszakban a párolgási veszteséget.

A kísérletet 1976. jún. 22–aug. 5. közötti időszakban végeztük, melyhez a Gödöllői (homokos vályog) erdőtalaj 0–20 cm-es rétegét használtuk fel. A talajréteg néhány fontosabb jellemzőjét az 1. táblázatban közöljük.

A kísérletet 113 cm<sup>2</sup> felületű, 20 cm magasságú tenyészedényekben 5 ismétléssel állítottuk be SIPOS és SZIRTES [10] által kidolgozott módszer szerint az alábbi két tényező különböző variánsaival.

„A” tényező = Pórustér fogat (%)

„B” tényező = Nedvesség (s %)

$A_1 = 40$   
 $A_2 = 44$   
 $A_3 = 48$   
 $A_4 = 52$   
 $A_5 = 56$

$B_1 = 1$   
 $B_2 = 3$   
 $B_3 = 6$   
 $B_4 = 9$   
 $B_5 = 12$   
 $B_6 = 15$   
 $B_7 = 18$   
 $B_8 = 21$   
 $B_9 = 24$

A két tényező kombinációjával a háromfázisos rendszer 45 változatát állítottuk elő. A pórustér fogat változatok az igen tömődött, a viszonylag hosszabb ideig fenntartható leglazább állapotot, a nedvességváltozatok viszont a higroszkópos vízmennyiségtől a maximális vízkapacitást megközelítő értéket képviselik. Az egyes pórustér fogat variánsokon belül a víz tér fogat %-ban kifejezett aránya 2–96, a levegő aránya pedig 4–98 tér fogat % között változott. A kialakított arányokat részletesen a 2. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

## A kísérlet talajának jellemző adatai

(1) Talajréteg cm	pH (H <sub>2</sub> O)	(2) Humusz %	(3) Fizikai agyag %	(4) K <sub>A</sub>	h <sub>y</sub>	(5) Kapilláris vízemelés	
						5 h	20 h
0–10	7,1	1,42	21,6	28	0,721	378	510
10–20	7,1	1,46	21,8	27	0,721	381	514

A kísérlet 45 napos időszakában az evaporációs vízveszteségeket naponta mértük és pótoltuk. A ténylegesen mért eredményeket mm/100 cm<sup>2</sup> felületre számítottuk át a könnyebb érthetőség miatt. Az eredmények értékelését SVÁB [12] útmutatása alapján regresszió analízissel végeztük.

2. táblázat

## A kísérletben alkalmazott variánsok részletes ismertetése

(1)  W súly %	(2) Pórustérfogat %									
	40		44		48		52		56	
	(3) Víz	(4) Levegő	(3) Víz	(4) Levegő	(3) Víz	(4) Levegő	(3) Víz	(4) Levegő	(3) Víz	(4) Levegő
	térfogat %									
1	1,6	38,4	1,5	42,5	1,4	46,6	1,3	50,7	1,2	54,8
3	4,8	35,2	4,5	39,5	4,2	43,8	3,9	48,1	3,6	52,4
6	9,6	30,4	9,0	35,0	8,4	39,6	7,8	44,2	7,2	48,8
9	14,4	25,6	13,5	30,5	12,6	35,4	11,7	40,3	10,8	45,2
12	19,2	20,8	18,0	26,0	16,8	31,2	15,6	36,4	14,4	41,6
15	24,0	16,0	22,5	21,5	21,0	27,0	19,5	32,5	18,0	38,0
18	28,8	11,2	27,0	17,0	25,2	22,8	23,4	28,6	21,6	34,4
21	33,6	6,4	31,5	12,5	29,4	18,6	27,3	24,7	25,2	30,8
24	38,4	1,6	36,0	8,0	33,6	14,4	31,2	20,8	28,8	27,2

## Vizsgálati eredmények

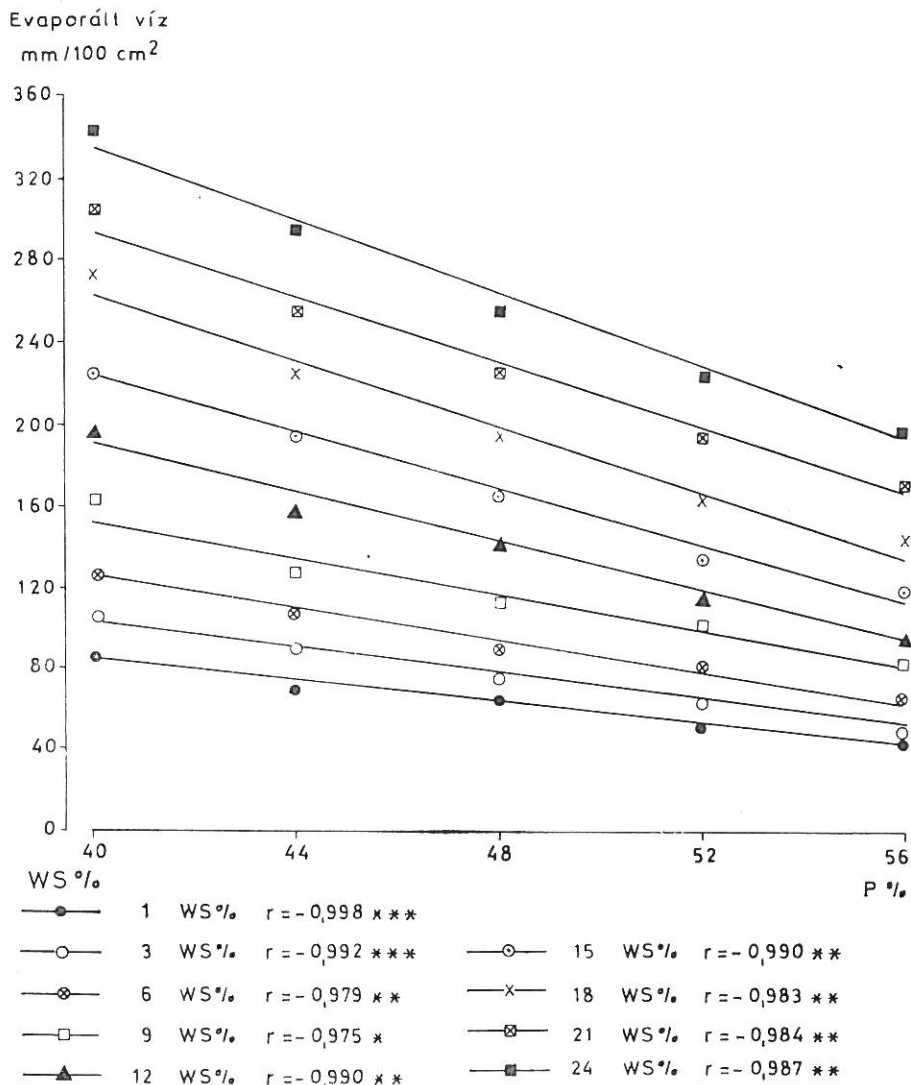
Először az összes pórustér, a víz és a levegő térfogatának, valamint a víz–levegő arányának szerepét tárgyaljuk a 45 nap alatt elpárolgott összes vízmennyiség alapján. Ezek után a napi párolgást befolyásoló pórustér és nedvesség hatását elemezzük.

a) A pórustérfogat és az evaporáció összefüggéseit az 1. ábrán mutatjuk be.

A pórustér növekedésével mindegyik nedvességváltozat esetén lineárisan csökkenő párolgást figyeltünk meg. Az összefüggések többsége 0,1, illetve 1%-os szinten megbízható.

Ismeretes, hogy a pórustér növelésének párolgáscsökkentő szerepe a talaj nedvességállapotától is függ. Az adott talajon és körülmények között a pórustér növelés legnagyobb vízmegőrző szerepét a legtöbb nedvességet tartalmazó talajon figyeltük meg. Maximális vízkapacitáshoz közeli nedvességtartalomnál,

tömődött állapotban ( $P = 40$ , illetve  $ts = 1,59$ ) a 45 napos időszak alatt kerekén 344 mm-nek megfelelő víz párolgott el  $1 \text{ m}^2$ -re átszámítva. A leglazább talajállapotnál ( $P = 56$ , ill.  $ts = 1,18$ ) ez az érték 206 mm-re csökkent. Tehát a vízmegőrző hatás 138 mm csapadéknak felel meg. Természetes és átlagos körülmények között a vizsgált talaj 6–9 s% nedvességet tartalmaz a nyári időszakban. A lazább talajállapot vízmegőrző szerepe még ilyen nedvesség esetén is jelentős, mivel a különbség 60, illetve 78 mm-t tesz ki. A pórustér növelésének párolgáscsökkentő hatása a holtvíz (HV), illetve higroszkópos vízmennyiséghez közeledve fokozatosan és jelentősen csökken.



1. ábra

A pórustérfogat és evaporáció összefüggései (1976. jún. 22.—aug. 5.)

b) A nedvességtartalom és az evaporáció közötti összefüggéseket a 2. ábra mutatja.

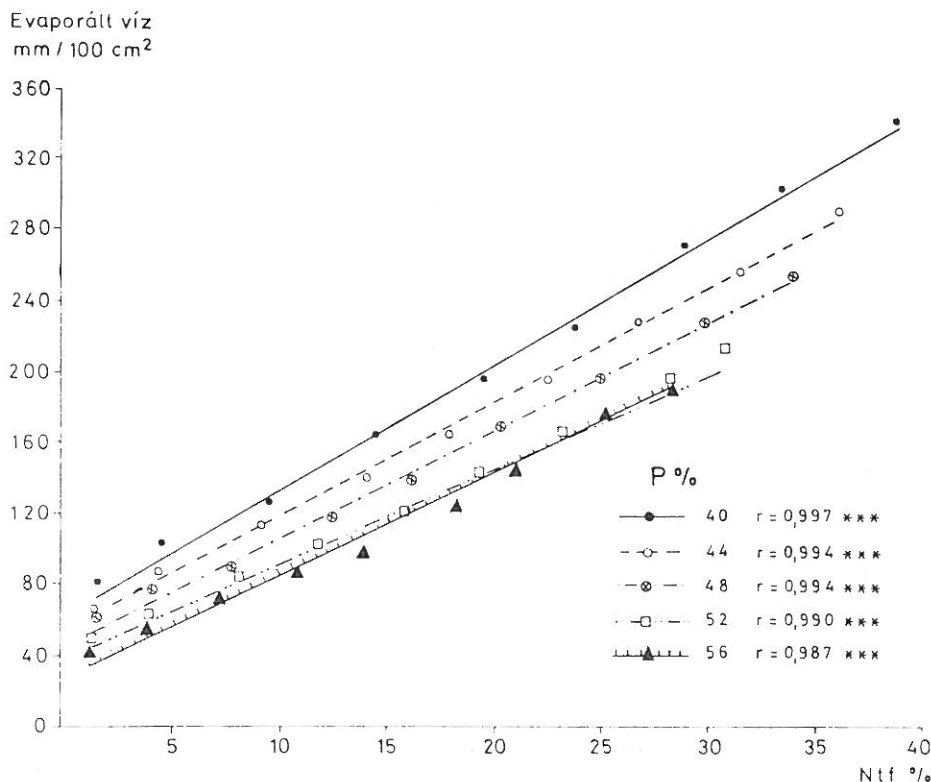
Kísérletünkben mindegyik  $P\%$ -nál összesen 9 víztartalom változatot állítottunk be. Ily módon a víz arányának szerepét 1,2–38,4 térfogat %-os határértékek között vizsgálhattuk.

Általánosságban megállapíthatjuk, hogy a víz térfogatarányának növelése minden pórusvariánsan egyaránt a párolgás lineáris növekedését eredményezte. Az értékelés még a pórustérfogatnál is szorosabb összefüggést mutat, mivel az eredmények következetesen 0,1%-os szinten megbízhatóak.

A nedvességtartalom növelésének evaporációt növelő szerepét mutatja az is, hogy a legnagyobb és a legkisebb párolgási érték különbsége kereken 300 mm a vizsgálat 45 napos időszaka alatt. Ez egyben azt is jelenti, hogy a víztartalom 1 térfogat %-os növekedésére összesen 0,809 mm párolgás növekedés esik a vizsgálat időszakában.

c) A levegő térfogat aránya és az evaporáció összefüggéseivel kapcsolatos vizsgálati eredményeket a 3. ábrán mutatjuk be.

Kísérletünkben a levegő térfogata 1,6–54,8%-os értékeken belül változott, tehát a kialakított összes pórustérfogatnak a levegő 4–98%-át foglalta el.



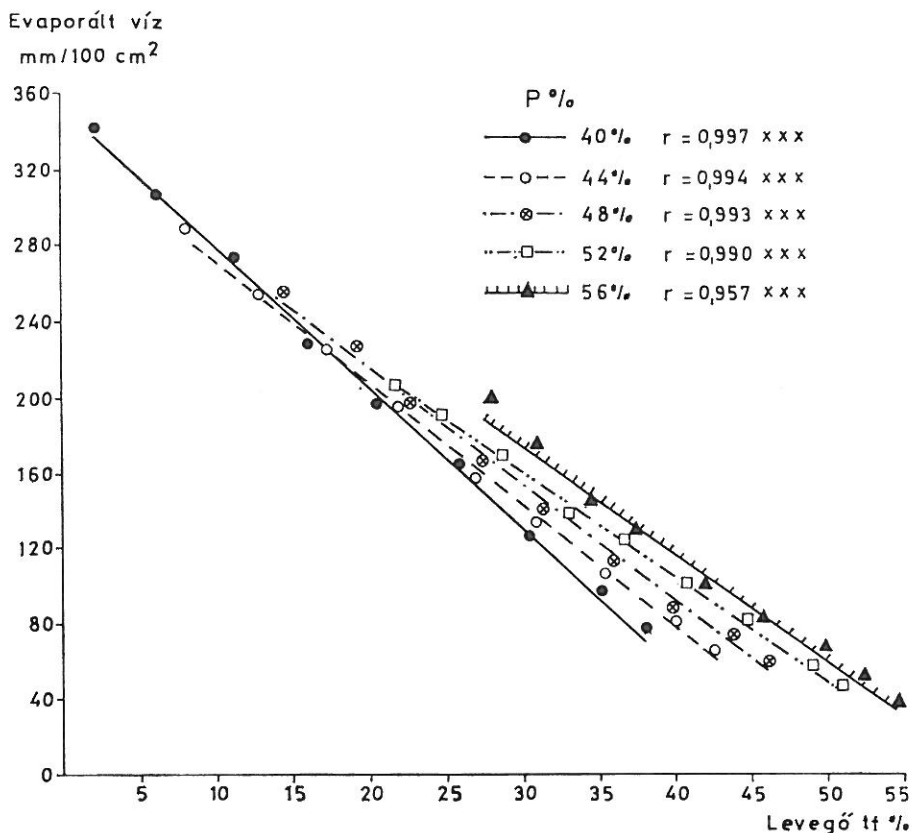
2. ábra

A térfogat %-ban kifejezett nedvességtartalom és az evaporáció összefüggései  
(1976. jún. 22. — aug. 5.)

A levegő térfogatának növelése az evaporáció lineáris csökkenését mind-egyik pórusvariánszon 0,1%-os megbízhatósággal igazolja. Meg kell azonban jegyezni, hogy a levegőtérfigat növelése az összes pórustér függvényében különbözőképpen csökkentette a párologtatás mértékét. Így pl. 40 P% esetén a levegőmennyiség növelése (1,6—38,4 térfogat % között) összesen 263 mm-rel, 56 P% esetén pedig (27,2—54,8 térfogat % között) 163,5 mm-rel csökkentette az elpárolgott víz mennyiségét a 45 napos időszakban. Vagyis 40 P% esetén a levegő 1 térfogat %-os növekedésére összesen 7,15 mm, 56 P% esetén pedig 5,92 mm párolgáscsökkenés esik. A levegő szerepének gyakorlati értékelésénél tehát akkor járunk el helyesen, ha figyelembe vesszük azt is, hogy a változás milyen pórustérfigat értéken belül megy végbe.

d) A víz—levegő arány és az evaporáció összefüggéseivel kapcsolatos megfigyeléseinket a 4. ábra mutatja.

Kísérletünkben az összpórizástól függően egységnyi levegőtérfigatra 0,03—5 térfogatarányú víz jutott, tehát a két fázis arányának az evaporációra gyakorolt hatását széles intervallum között figyelhettük meg.



3. ábra

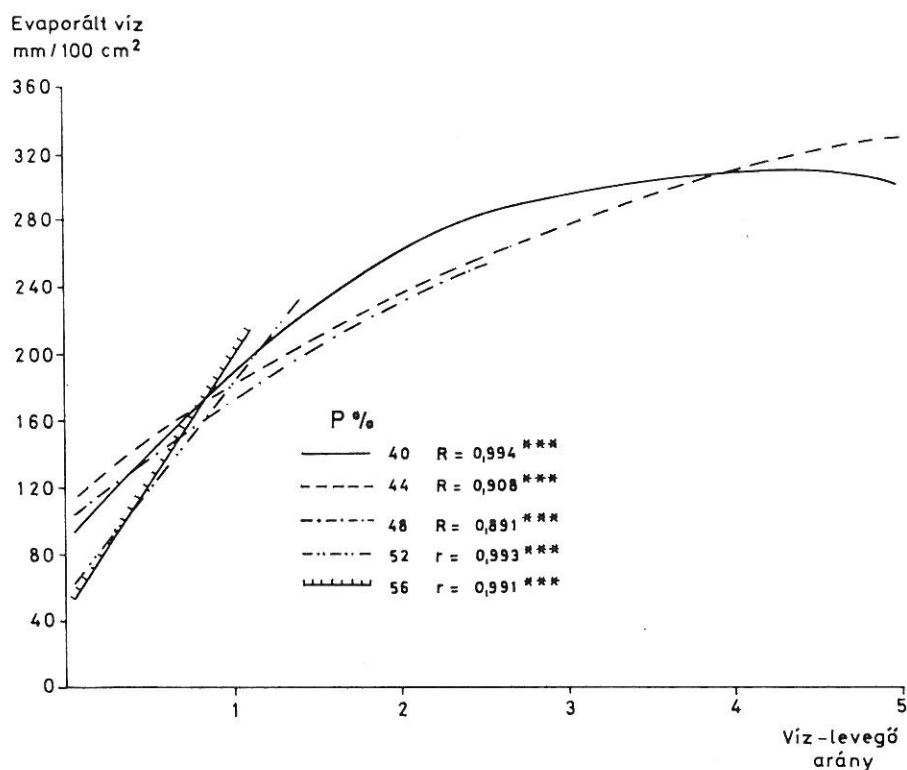
A térfogat %-ban kifejezett levegőtartalom és az evaporáció összefüggései  
(1976. jún. 22.—aug. 5.)

Egészen tömődött és közepesen laza talajállapot esetén, vagyis 40–48 pórusértékek között a víz arányának növelése és az evaporált vízmennyiség közötti összefüggés optimumgörbével jellemezhető. Ez az összefüggés 40 P% esetén a legszorosabb, de még a 44 P% esetén is 0,1%-os szinten megbízható, azonban 48 P%-nál már valamivel lazább értéket mutat. Ezekben az esetekben jelentős evaporáció-növekedést tapasztaltunk mindaddig, amíg a víz aránya 1,5–2-szeresen haladta meg a levegő mennyiségét. A víz arányának további növelésére már viszonylag kisebb egységű párolgás jutott.

A laza és egészen laza, tehát az 52–56 P%-kal jellemezhető talajállapotnál az evaporáció növekedése lineáris és szoros összefüggést mutat a víz–levegő arány növekedésével.

Az ábrán is megfigyelhető jelenség, hogy az egyes pórustérfogatok közötti evaporációs értékek 0,8-es vízarálynál vannak a legközelebb egymáshoz. Úgy tűnik, hogy az adott talajon ilyen aránynál az összpórusok evaporációra gyakorolt szerepe kiegyenlítődik.

e) A kísérlet időszakában mért összes párolgás alapján feldolgoztuk az egy napra eső párolgási átlagokat, főleg azért, hogy az irodalomban közölt mennyiségekkel össze tudjuk hasonlítani. Ezeket az adatokat a 3. táblázatban közöljük.



4. ábra

A víz levegő arány és az evaporáció összefüggései (1976. jún. 22.—aug. 5.)

## 3. táblázat

A pórustérfogat és a nedvességtartalom függvényében elpárolgott napi vízmennyiség (45 nap átlaga — mm)

(1) Nedvességtartalom súly %-ban	(2) Pórustérfogat %					(3) Az 56 és 40 P% közötti különbség
	40	44	48	52	56	
1	1,80	1,54	1,38	1,15	0,95	0,85
3	2,31	1,96	1,73	1,39	1,25	1,06
6	2,88	2,34	1,98	1,81	1,53	1,35
9	3,58	2,83	2,50	2,28	1,86	1,72
12	4,26	3,48	3,10	2,62	2,22	2,04
15	5,00	4,25	3,72	2,94	2,68	2,32
18	6,11	4,97	4,44	3,63	3,29	2,82
21	6,85	5,68	5,10	4,40	3,98	2,97
24	7,65	6,51	5,76	5,00	4,59	3,06
a) A 24 és az 1 s% közötti különbség	5,85	4,97	4,38	3,85	3,64	

A legnagyobb és a legkisebb értékszámok közötti különbség alapján ( $7,65 - 0,95 = 6,70$ ) megállapíthatjuk, hogy a tömődöttség és a nedvességtartalom milyen nagymértékben befolyásolja az ugyanazon fizikai alaptulajdonságokkal rendelkező talaj felszíni párolgotatását. A két érték között kerek kilencszeres differenciát állapítottunk meg. A kapott jelentős különbség alapján magától értetődő az a következtetés, hogy a párolgás mérésekor a talaj fizikai állapota, főleg a pórustér és a nedvességtartalom megállapítása nem nélkülözhető.

A pórustérfogat elérhető és rendszeres műveléssel fenntartható maximális növelése a legtömöttebb állapothoz viszonyítva azonos nedvességtartalom esetén megközelítően kétszeres értékkel csökkentette a napi párolgást. A talaj víztelítettsége átlagosan 4—5-szörös különbségeket okozott.

Számításokat végeztünk arra vonatkozóan, hogy a nedvességtartalom átlagában a pórustérfogat 1%-os növelésére milyen mértékű párolgáscsökkenés jut. Az eredményt a következő számok mutatják:

40—44 P % között	= 0,22 mm/nap
44—48 P % között	= 0,15 mm/nap
48—52 P % között	= 0,13 mm/nap
52—56 P % között	= 0,05 mm/nap
40—56 P % között	= 0,14 mm/nap

Bár a pórustérfogat 1%-os növekedésére a két szélső érték között (40—56) átlagosan 0,14 mm napi párolgáscsökkenés esik, mégsem közömbös, hogy az egyes intervallumokon belül milyen értékekkel számolhatunk. A legnagyobb csökkentő hatást 40—44% között tapasztaltuk. Feltűnően csökken az 1%-os pórustér növekedésre eső párolgáscsökkentő hatás 52—56 P% között. Ezek alapján azt a gyakorlati következtetést vonjuk le, hogy a nyári művelésnél legalább az 52%-os pórustérfogatot kell elérni gödöllői és hasonló körülmények között ahhoz, hogy kedvező hatást kapjunk.



Az előzőekben megállapítottuk, hogy a párolgás a nedvességtartalom átlagában a pórustérfogat 1%-os növelésére milyen mértékű párolgáscsökkenés jut. Az eredményt a következő számok mutatják:

40 P% esetén	0,254 mm/nap
44 P% esetén	0,208 mm/nap
48 P% esetén	0,190 mm/nap
52 P% esetén	0,167 mm/nap
56 P% esetén	0,158 mm/nap

A nedvességtartalom a kísérletben 1—24 s% között volt. A pórustérfogattól függetlenül átlagosan 1 s% nedvességtartalom növekedésre 0,195 mm párolgásnövekedés esett. Ezt a napi értéket a talaj tömődöttségi állapota jelentősen módosította. Egyébként ez esetben is megállapíthatjuk, hogy az 52—56 P% közötti értékekben már nincs jelentős különbség.

### Összefoglalás

Kísérletünk eredményeit a következőkben foglaljuk össze.

1. A pórustérfogat 40—56% közötti növelésével az evaporáció mértéke jelentősen csökkenthető a nyári időszakban. A pórustérfogat növelés párolgás csökkentő hatása a  $V_{k_{max}}$ -hoz közeli értéktől a HV, illetve a  $h_y$  értékű vízmenyiséghez közeledve fokozatosan és jelentősen csökken. Az adott talajon 6%-os nedvességtartalomnál a P% növelés kedvező hatása még jelentős, tehát a lazítást ajánlatos elvégezni.

2. A talaj víztartalmának növekedésével a párolgás mértéke mindegyik pórusvariáns esetén lineárisan növekedett.

3. A levegőtérfogat növelése az összes pórustérfogat függvényében különbözőképpen csökkentette a párolgás mértékét. A levegő szerepének értékelésénél tehát figyelembe kell venni, hogy a változás milyen P% értékeken belül megy végbe.

4. A víz—levegő arányának 0,03—0,8 értékhatárai között megbízható, lineárisan növekvő párolgási értékeket tapasztaltunk. A vízarány 1—5 értékhatárok közötti növelésének párolgást növelő hatása viszont már optimumgörbével jellemezhető.

5. A nedvességtartalom 1 s%-os növelésére átlagosan 0,195 mm napi párolgásnövekedés jutott 1—24 s% közötti értékhatár esetén. Ez az érték a talaj laza, illetve tömődött állapota esetén jelentős mértékben változott.

6. A pórustérfogat 1%-os növelésével 40—56 P%-os intervallumnál 0,14 mm-es párolgás csökkenést figyeltünk meg. Az 1%-os növekedésre jutó párolgás csökkentő hatás 40—44 P% intervallumban volt a legnagyobb, de még 48—52 P% között is igen kedvező. Viszont 52—56 intervallum között a kedvező hatás jelentősen csökkent. Ezek alapján úgy ítéljük meg, hogy a nyári talajműveléskor viszonyaink között az 52 P% elérésére kell törekedni ahhoz, hogy megfelelő párolgáscsökkenést, illetve vízmegőrzést biztosíthassunk. Az 52-es pórustérfogat határérték a nyári talajművelés egyik fontos minőségi mutatója.

7. Az evaporáció mértéke helyesen csak úgy jellemezhető, ha a párolgás mérésével egyidőben a talaj fizikai állapotát, főleg a tömődöttségét és a nedvességtartalmát is vizsgáljuk, illetve ismertetjük.

## Irodalom

- [1] BILLEGE, J.: A tárcsa és a tárcsás talajművelés — A tarlótól a magágyig. Révai R. T. Budapest. 1938.
- [2] BITJAKOV, K. K. et al.: Nakoplenie i szohranenie vlagi v pocseve. Szel'hozgiz. Moszkva. 1956.
- [3] BUDAGOVSZKI, A. J.: Iszparenije pocsennoj vlagi. Izd. Nauka. Moszkva 1974.
- [4] BUROV, D. I.: Iszparenije vodü pocsoj i putyi evo regulirovanija v uszlovijah. Zavalzsaja Izv. Kujbisevskogo Sz.-h. Inszt. 12. 1957.
- [5] DI GLÉRIA, J., KLIMES-SZMIK, A. & DVORACEK, M.: Talajfizika és talajkolloidika. Akad. Kiadó. Budapest. 1957.
- [6] KREYBIG, L.: Az agrótechnika tényezői és irányelvei. Akad. Kiadó. Budapest 1956.
- [7] PETRASOVITS, I. & BALOGH J.: Növénytermesztés és vízgazdálkodás. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1975.
- [8] REVUT, I. B.: Puti regulirovanija pocsvennüh uszlovij zsziznyi rasztenij. Hidromet. Izd. Leningrád. 1971.
- [9] REVUT, I. B.: Fizika pocsv. Kolosz Izd. Leningrád. 1972.
- [10] SIPOS, S. & SZIRTES, V.: Módszerek a növények talajpórusréteg igényének kutatásához. Talajtermékenység. 4. 205—214. 1970.
- [11] SIPOS, S. & PATÓCS, I.-NÉ: A vetőágy talajfizikai állapota és a növény kezdeti fejlődése közötti összefüggések vizsgálata. Növénytermelés. 25. 231—244. 1976.
- [12] SVÁB, J.: Biometria módszerek a kutatásban. Mezőgazd. Kiadó. Budapest 1973.
- [13] SZIRTES, V. & GÁL, J.-NÉ: A talaj háromfázisos rendszerében történő arányváltozások hatása a vízhasznosulásra. TKI. Jubileumi Tud. Ülésszak. Karcag. 53—66. 1973.
- [14] VÁRALIYAY, Gy. (id.): Nedvességkülönbségek létesülése és kiegyenlítődése a talajban. Köztelek. 51. 37: 806. 1941.

Érkezett: 1977. december 30.

## Connection between the Physical Condition of the Soil and the Evaporation

*S. SIPOS and M. BIRKÁS*

University for Agricultural Sciences, Gödöllő (Hungary)

### Summary

The quantity of evaporated water was investigated in a pot experiment with a sandy loam soil characterized in Table 1. In the experiment we applied 45 variants of the solid, gaseous and fluid phases given in Table 2. The experiment was carried on in the summer period for 45 days and the quantity of the evaporated water was measured and supplemented daily. The results are summed up in the following:

The daily effect of evaporation reduction belonging to 1% of the total porosity decreased between 40—52 P% by degrees and between 52—52 P% suddenly. Therefore, we consider it advisable to maintain a porosity of about 52% during the summer cultivation, but it is not necessary to strive after a looser condition of the soil.

The evaporation increase belonging to 1 w% increase in the moisture content changes on the basis of total P%. Looser soil structure effected less evaporation for 1 w% increase in the moisture content.

The effect on the decrease of evaporation of the airvolume increase in the soil depends upon in what interval the P%-value is modified.

*Table 1.* Main data of the soil of the experiment. (1) Soil layer, cm. (2) Humus %; (3) Physical clay, %; (4)  $K_A$  = sticky number according to Arany; (5) Capillary water raising after 5 hours and 20 hours, resp.

*Table 2.* Variants of the experiment. (1) Water content, w%; (2) Porosity, %; (3) Water content, v%; (4) Air, v%.

*Table 3.* Quantity of daily evaporated water as a function of the porosity and the moisture content (average of 45 days, mm/m<sup>2</sup>). (1) Moisture content, w%; (2) Porosity,

%; (3) Difference between 56 and 40 P%: a) Difference between a water content of 24 and of 1 w%.

*Fig. 1.* Connections between the porosity and the evaporation (22. June—5. August 1976.). Ordinate: Evaporated water, mm/100 cm<sup>2</sup>. Abscisse: Porosity, %. NS% = Water content, w%.

*Fig. 2.* Connections between the moisture content (in v%) and the evaporation (22. June—5. August 1976.). Ordinate: Evaporated water, mm/100 cm<sup>2</sup>. Abscisse: Moisture content, v%. P% = Porosity.

*Fig. 3.* Connections between the air content (in v%) and the evaporation (22. June—5. August 1976.). Ordinate: Evaporated water, mm/100 cm<sup>2</sup>. Abscisse: Air, v%. P% = Porosity.

*Fig. 4.* Connections between the water: air ratio and the evaporation (22. June—5. August 1976.). Ordinate: Evaporated water, mm/100 cm<sup>2</sup>. Abscisse: Water: air ratio. P%: Porosity.

## Zusammenhänge zwischen dem bodenphysikalischen Zustand und der Evaporation

*S. SIPOS und M. BIRKÁS*

Agrarwissenschaftliche Universität, Gödöllő (Ungarn)

### Zusammenfassung

In einem Gefäßversuch mit einem sandigen Lehm Boden (Angaben s. in Tab. 1.) wurde die Menge des verdunsteten Wassers bestimmt. Dabei wurden 45 Varianten der festen, gasförmigen und flüssigen Phase verwendet (s. Tab. 2.). Der Versuch dauerte 45 Tage während der Sommerperiode. Die Menge des verdunsteten Wassers wurde täglich gemessen und ersetzt. Die Ergebnisse sind die folgenden:

Die auf die Zunahme von 1% des gesamten Porenraumes zufallende tägliche verdunstungssenkende Wirkung nahm zwischen 40—52 P% stufenweise, zwischen 52—56 P% hingegen rasch ab. Demzufolge erachten wir es für zweckmässig während der Bodenbearbeitung im Sommer einen Porenraum von 52% zu sichern. Einen mehr gelockerten Zustand muss man aber nicht erstreben.

Die Verdunstungszunahme des auf 1 Gw% entfallenden Feuchtigkeitsgehaltes ändert sich auf der gesamten P% Basis. Bei einem lockereren Bodenzustand entfiel auf 1 Gw%ige Zunahme des Feuchtigkeitsgehaltes eine geringere Verdunstung.

Die verdunstungssenkende Rolle der Luftvolumenzunahme im Boden hängt in bedeutendem Masse davon ab, innerhalb welchen P% Wertes die Änderung modifiziert wird.

*Tab. 1.* Kennwerte des Versuchsbodens. (1) Bodenschicht, cm. (2) Humus, %; (3) Physikalischer Ton, %. (4)  $K_A$  = Bindigkeitszahl nach Arany. (5) Kapillare Wasserhebung in 5 bzw. 20 Stunden.

*Tab. 2.* Varianten des Versuches. (1) Wassergehalt, Gw%. (2) Porenvolumen, %. (3) Wassergehalt, V%; (4) Luftvolumen, V%.

*Tab. 3.* Täglich verdunstete Wassermenge als Funktion des Porenvolumens und des Feuchtigkeitsgehaltes (Mittelwert von 45 Tagen, mm/m<sup>2</sup>). (1) Feuchtigkeitsgehalt in Gw%. (2) Porenvolumen, %. (3) Unterschied zwischen 56 und 40 P%; a) Unterschied zwischen dem Wassergehalt von 24 und von 1 Gw%.

*Abb. 1.* Zusammenhänge zwischen dem Porenvolumen und der Evaporation (22. Juni—5. August 1976.). Ordinate: Verdunstete Wassermenge, mm/100 cm<sup>2</sup>. Abscisse: Porenvolumen %. NS% = Wassergehalt in Gw%.

*Abb. 2.* Zusammenhänge des Feuchtigkeitsgehaltes (in V%) und der Evaporation (22. Juni—5. August 1976.). Ordinate: Verdunstete Wassermenge, mm/100 cm<sup>2</sup>. Abscisse: Feuchtigkeitsgehalt in V%. P% = Porenvolumen.

*Abb. 3.* Zusammenhänge zwischen dem Luftvolumen (in V%) und der Evaporation (22. Juni—5. August 1976.). Ordinate: Verdunstete Wassermenge mm/100 cm<sup>2</sup>. Abscisse: Luftvolumen in V%. P% = Porenvolumen.

*Abb. 4.* Zusammenhänge zwischen dem Wasser : Luft Verhältnis und der Evaporation (22. Juni—5. August 1976.). Ordinate: Verdunstete Wassermenge mm/100 cm<sup>2</sup>. Abscisse: Wasser : Luft-Verhältnis. P% = Porenvolumen.

## Связь между физическим состоянием почвы и эвапорацией

Ш. ШИПОШ и М. БИРКАШ

Аграрный Университет, Гёдёллё (Венгрия)

### Резюме

В вегетационных опытах на легком суглинке, охарактеризованном в таблице 1, определяли количество испарившейся воды. В опытах использовали 45 вариантов твердой, воздушной и жидкой фаз, приведенных в таблице 2. Опыт проводили летом в течении 45 дней, ежедневно измеряя и дополняя количество испарившейся воды. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

Влияние увеличения общей порозности почвы на 1% на дневное снижение испарения при величине 40–50 P% проявляется постепенно, при величине 52–56 P% — скачкообразно. На основании этого мы считаем, что при летней обработке почвы надо стремиться к созданию 52%-ой порозности почвы и нет надобности в создании более рыхлого состояния.

Увеличение испарения при увеличении влажности на один весовой процент зависит от общей порозности почвы P%. В более рыхлом состоянии почвы на один весовой процент увеличения влажности приходится меньше испарившейся воды.

Снижение испарения при увеличении объема воздуха в почве в значительной мере зависит от того, в каких пределах P% модифицируем это изменение.

Табл. 1. Характерные показатели для подопытных почв. (1) Слой почвы в см. (2) Гумус в %. (3) Физическая глина в %. (4) Связность по Арань К<sub>A</sub>. (5) Пятичасовое или двадцатичасовое капиллярное поднятие.

Табл. 2. Подробное обозначение вариантов, использованных в опыте. (1) Влажность в весовых %. (2) Объем пор в %. (3) Объем воды в объемных процентах. (4) Объем воздуха в %.

Табл. 3. Количество испарившейся за день воды в зависимости от объема пор и влажности почвы (в среднем за 45 дней — мм/м<sup>2</sup>). (1) Влажность в весовых процентах. (2) Порозность в %. (3) Разница между 56 и 40 P%. а) Разница между влажностью в 24 и 1 весовой процент.

Рис. 1. Зависимость между порозностью почвы и эвапорацией (22 июня–5 августа 1976 г). По вертикальной оси: количество испарившейся воды в мм/100 см<sup>2</sup>. По горизонтальной оси: порозность в %. NS% = влажность в весовых процентах.

Рис. 2. Зависимость между содержанием влаги в объемных процентах и эвапорацией (22 июня–5 августа 1976 г). По вертикальной оси: испарившаяся вода мм/100 см<sup>2</sup>. По горизонтальной оси: влажность в объемных процентах. P% — порозность в %.

Рис. 3. Зависимость между содержанием воздуха в объемных процентах и эвапорацией (22 июня–5 августа 1976 г). По вертикальной оси: испарившаяся вода мм/100 см<sup>2</sup>. По горизонтальной оси: воздух в объемных процентах. P% = порозность в %.

Рис. 4. Зависимость между соотношением вода: воздух и эвапорацией (22 июня–5 августа 1976 г). По вертикальной оси: испарившаяся вода в мм/100 см<sup>2</sup>. По горизонтальной оси: соотношение вода-воздух. P% = порозность в %.